

КРИТЕРИУМИ ЗА ИЗБОР И НАЧИНИ НА КОМБИНИРАЊЕ ДИГИТАЛНИ И АНАЛОГНИ РЕСУРСИ ВО НАСТАВАТА ПО МАТЕМАТИКА

Ана Донеvsка-Годорова¹

Математичкото образование е динамичен процес кој во услови на глобална пандемија може да претрпи значителни промени. Особено наставата на далечина во изминатата година јасно покажа дека потребата од дигитални ресурси е огромна. Овој труд се однесува токму на актуелните тенденции за колаборативно креирање на отворени дигитални ресурси преку активен придонес на сите вклучени чинители во образованието. Трудот започнува со кус осврт на националните стратегии за дигитализација во образованието во Македонија и Германија, а даден е и преглед на дефинирањето на поимите *дигитални алатки*, *дигитални ресурси* и *дигитални учебници* по математика во научната литература. Потоа, особено внимание е посветено на *критериуми* кои се важни *при избор на дигитални ресурси*, како и на нивно *комбинирање со традиционалните, аналогни ресурси* кое е надополнето со конкретни примери. Завршниот дел од трудот се однесува на заклучоци и перспективи за понатамошни истражувања поврзани со примена на дигитални ресурси во наставата по математика.

1. ВОВЕД

Покрај сите негативни збиднувања кои ги предизвика кризата со пандемијата во образованието, се чини дека таа ги втурна сите засегнати чинители во активна соработка и креативно творештво како никогаш досега. Неопходноста итно да им се овозможи еднакво образование на сите ученици значеше брзи реакции, интензивна работа и усовршување на дигиталните вештини на наставниците без кои наставата на далечина е невозможна. Како и другите *традиционални алатки* кои се карактеристични за наставата по математика, на пример линијар и шестар, така и *дигиталните технологии* имаат значајна улога во нејзината реализација. Валидноста за примена на иновативни дигитални технологии во наставата по математика не се состои во замена или во исфрлање на

традиционалните алатки, туку напротив, во нивно дополнување и отворање на нови можности за учениците. Кризата со пандемијата потврди дека интегрирањето на мноштво алатки од различен тип е од круцијално значење за квалитетот на наставата по математика. Сепак, бројноста и разновидноста на дигиталните алатки кои се слободно достапни на интернет може да предизвика збунетост или потешкотии при нивниот правилен избор од страна на наставниците. Кои дигитални алатки имаат доволно квалитет, во што точно се состои нивниот квалитет, како да се комбинираат неколку алатки за време на еден наставен час, итн. се само дел од прашањата кои заслужуваат научно-истражувачко внимание и темелен пристап. Оттука, лоцирање на *истражувачкиот проблем* во потешкотиите да се направи соодветен избор од огромниот број дигитални алатки кои ќе соодветствуваат на конкретни цели за одреден наставен час според наставната програма и специфична група на ученици, се чини разбирлив и оправдан. Токму затоа, ова истражување има за *цел* идентификување критериуми за избор на дигитални ресурси и начини за нивна комбинирана примена во наставата по математика на далечина. Во овој труд пред сè, ќе дадам осврт на актуелните научни истражувања и студии на оваа тема на меѓународно ниво. Потоа ќе овозможам преглед на конкретни практики за избор, примена и соодветно комбинирање дигитални алатки во наставата по математика на далечина во Македонија. Понатаму, врз основа на извршената теоретската анализа и практични проекти, ќе понудам конкретни критериуми за идентификација и избор на дигитални ресурси. На крајот, преку конкретни примери посветено е внимание на комбинирано користење на дигиталните со традиционални, аналогни ресурси за наставата по математика.

2. АКТУЕЛНИ ТЕНДЕНЦИИ ВО НАУЧНИТЕ ИСТРАЖУВАЊА

Глобалната криза со пандемијата предизвика енорна експанзија на користење дигитални ресурси и алатки во образованието, вклучително и наставата по математика и отвори низа прашања. Дали доживеавме еден ренесансен период во однос на дигитализацијата на образованието? Дали сакаме и понатаму да ги користиме дигиталните алатки и ресурси со истиот интензитет и по завршување на кризата со пандемијата? Непосредно пред започнување на кризата актуелни теми во меѓународните

истражувања во областа на математичко образование беа примената на таканаречени динамични геометриски системи (ДГС) од типот на GeoGebra, Geomether Sketchpad, Cabri, Cinderella, итн., апликации за мобилни уреди, како на пример паметни телефони или уреди со екрани на допир (touch pads), примена на 3Д принтери и роботи, како и Augmetned Reality и Virtual Reality. Притоа акцентот беше ставен на учењето базирано на проблем, проект или истражување. Овие типови на учење се карактеризираат со голема активност, динамичност, експлоративност, можности за интеракции, математичко моделирање, мулти-репрезентативност на математички поими и мулти-дисциплинараност. По избувнување на пандемијата како да се подзаборавија некои од овие важни аспекти на наставата по математика. Одеднаш други прашања го привлекоа нашето внимание и станаа приоритетни. Ова пред сè се однесува на достапноста до електронски уреди на секој учесник во образовниот процес, пристапот до интернет, можноста за поврзување и овозможување основна комуникација, еднаквоста и социјалната правда. Зголемено внимание се посвети на колаборативност и кооперативност во наставата, вмрежување и зголемена соработка во реално време, што особено беше забележана кај активностите на наставниците. Така учењето на далечина, пристапот Bring Your Own Device (BYOD) и работата на cloud, на кои претходно се гледаше со извесна доза на воздржаност, неочекувано и спонтано се наметнаа како исклучително важни фактори за успешноста на наставата. Овие аспекти притоа станаа примарни не само во практичната настава, туку и во фокусот на научните истражувања. Во моментов, впечатокот во научните кругови е дека иновативност се случува со многу поголема брзина отколку самите истражувања и уште побрзо од долгите бирократски промени на наставни планови и програми и образовни политики. Иновативни решенија и пристапи во моментов се случуваат прилично спонтано без доволно нивно документирање и препознавање како такви. Важно е при тоа да се нагласи дека покрај дигиталните иновативни ресурси, и аналогните ресурси и помагала кои биле користени пред кризата со пандемијата не треба да се заборават за време на наставата во виртуелната училишница.

3. ПРЕГЛЕД НА НАЦИОНАЛНИ СТРАТЕГИИ ЗА ДИГИТАЛИЗАЦИЈА НА (МАТЕМАТИЧКОТО) ОБРАЗОВАНИЕ ВО МАКЕДОНИЈА И ГЕРМАНИЈА

Во изминатиот период неколку национални институции како Министерството за образование и наука (МОН) и Министерството за Информатичко општество и администрација (МИОА) работеа на дигитализација во образованието и изготвија неколку стратешки документи. Во „Стратешки план на Министерството за образование и наука 2021–2023“ на Македонија (2021), [13], како предизвици во врска со дигитализацијата се наведени следниве:

- Недостиг на стратешки и нормативни документи (стр. 4);
- Слаба ИКТ опременост (немање или несоодветни дигитални уреди, недоволен или никаков пристап до интернет);
- Недоволни теоретски и практични педагошки знаења за настава од далечина на сите вклучени во образовниот процес;
- Недоволни дигитални компетенции кај најголемиот број учесници во образовниот процес на далечина (стр. 5).

Во „Стратегија за образованието за 2018–2025 година и акциски план“ (МОН), [14], наведени се следниве активности:

- намалување на улогата на учебниците како единствени средства за постигнување на наставните цели, при што треба да се имаат предвид придобивките од примената на информациско- комуникациски технологии (ИКТ) во образованието (стр. 25);
- воспоставување портал за е-учење и систем за управување со учењето;
- континуирана обука на кадарот за користење нови технологии;
- ревизија на наставните планови и програми во основното и во средното образование (стр. 26).

Истовремено во Германија опремување училишта со стационарни крајни уреди, на пр., интерактивни табли, како и мрежно поврзување со училишно WiFi било предвидено со стратегијата на министерството за култура КМК - Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ (2016), [12]. Во најновиот стратешки документ „DigitalPakt Schule“ 2019–2024 година,

[9], се става акцент на квалитетот како приоритет и се вели дека ниту купувањето паметни-табли и лаптопи, ниту користењето на учебниците, работните листови и таблите со креда само по себе претставуваат гаранција за квалитетот на образованието. Всушност, педагошко-дидактичките концепти се оние кои преку мноштвото на понуди придонесуваат за квалитетно образованието и невозможен е успех без квалификација на наставниците и без концепт за соодветно техничко-педагошко распоредување и примена. Инвестициите во дигитални образовни инфраструктури, образовни концепти и насочената квалификација на наставниците одат рака под рака, [9].

Значителен исчекор напред во креирањето на дигитални ресурси на македонски јазик е постигнат со создавањето на националната платформа за учење на далечина Едуино, [11]. На неа се поставени голем број видеа со инструкции и технички упатства за примена на одредени дигитални алатки, односно за обука на наставниот кадар, но и видеа за наставата по одредени наставни предмети структурирани според наставните планови и програми. Конкретно за наставата по математика, на платформата во моментов постојат видеа за воведување нови математички поими преку нивно дефинирање и објаснување. Понатамошните дигитални ресурси веројатно ќе минуваат низ филтри за квалитет кои повеќе ќе се однесуваат на инклузивност, интерактивност и зголемен ангажман на учениците.

4. АНАЛОГНИ И ДИГИТАЛНИ РЕСУРСИ ВО НАСТАВАТА ПО МАТЕМАТИКА

4.1. ПРЕЦИЗИРАЊЕ НА ПОИМИТЕ

Пред на навлеземе детално во разгледување на пристапот на комбинирање на материјалите, да објасниме сосем кратко како се прецизираат некои релевантни поими во литературата. Поимите „дигитални алатки“ и „дигитални ресурси“ не се еднозначно дефинирани во стручната литературата. За разликите помеѓу овие поими, за нивното значење и разновидните примени повеќе се зборува во книгата на Trouche, Gueudet, & Perin [8] и во овој труд тие се користени со следново значење:

- Под *дигитални алатки* се подразбираат софтверски решенија од типот на: MS Forms, MS OneNote, Kahoot, Quizlet, Google Slides, Book Creator, Jamboard, Miro, Padlet, Online Whiteboard, Collaboard, итн.
- Под *дигитални ресурси* се подразбираат наставни и дидактички материјали по одреден наставен предмет за конкретно ниво на образование во електронска форма кои се креирани со помош на една или повеќе дигитални алатки, [8]. Примери се: интерактивни видеа, динамични визуелизации на математички поими, колаборативни и интерактивни работни листови, интерактивни аплети или апликации со помош на GeoGebra, синхронизирани аудио/видео записи, итн.
- Под *е-учебници* се подразбира комплексна збирка од дигитални, мултимедијални и интерактивни ресурси за настава, кои го насочуваат ученикот и во најдобар случај обезбедуваат автоматизиран feedback, кои се најчесто креирани од тимови на автори со различна експертиза и овозможуваат ре-дизајн од страна на наставниците на индивидуално и на колективно/колаборативно ниво.

Значи, според овие дефиниции, PDF верзии од работни листови или од печатени учебници прикачени на некоја интернет страна не се вклопуваат во дигитални ресурси. Вакви е-учебници (како погоре дефинирани) се уште не постојат во Македонија и нивно креирање претставува сложен процес и огромна инвестиција (финансиска, временска, кадровски, технички, итн.), а креирањето на дигитални ресурси е во зародиш. Заради дидактичкиот и методски потенцијал (кој хартијата како медиум го нема) и придобивките кои ги нудат дигиталните ресурси и е-учебниците, како за учениците така и за наставниците, во нив треба и вреди да се вложува на долг рок.

4.2. КОМБИНИРАЊЕ НА РЕСУРСИТЕ ВО НАСТАВАТА

Квантитетот на дигиталните ресурси не значи неминовно нивен квалитет, но додека едукаторите во високо-развиените земји се на мака да изберат најповолни ресурси од мноштвото кои се бесплатно достапни на интернет, наставниците во нашата земја немаат можност за избор

бидејќи бројот на постоечки дигитални ресурси за математичко образование е речиси незначителен. Комбинирање и вмрежување дигитални и традиционални, таканаречени физички или тактилни ресурси во наставата по математика не е ново во практиките на наставниците од развиените земји. Ова во голема мера се должи на долгогодишниот темелен и научен пристап за креирање вакви практики и ресурси. Имено, во научните кругови од областа на дидактиката на математика овој начин на примена на разновидни ресурси за предавање и учење постојат долгогодишни истражувања како на национално ниво, на пример во Германија од Barzel, B. & Weigand, H. G. (2008), [1], така и на меѓународно ниво (Donevska-Todorova et al., 2021, [2]). Donevska-Todorova & Lieban, 2020, 2021 ([3], [4], [5]) ги истражуваа потенцијалните можности кои ги нудат комбинирани пристапи со аналогни и дигитални ресурси при решавање математички задачи по геометрија и поттикнување креативност при користење 3Д принтери. Според добиените резултати од спроведено емпириско истражување (Доневска-Тодорова, Спасова & Илиеска, 2021, [6]) на репрезентативен примерок од 75 наставници во предметната настава по математика на далечина во основните училишта од 24 општини во Македонија, зголемен е бројот и типот на дигитални алатки кои се користеле пред и за време на кризата со пандемијата во 2020 година. Овде, најбитно е да се укаже на тоа дека *еден тип на ресурси, во случајов дигитални, не го исклучува или отфрла користењето на друг тип на ресурси, во случајов аналогни, туку го дополнува или збогатува*. Напротив, и аналогните и дигиталните ресурси имаат свои предности и слабости и неопходно е тие да се комбинираат соодветно, дури и при различни типови на настава: настава со физичко присуство, настава на далечина и хибридна настава.

4.3. КРИТЕРИУМИ ЗА ИЗБОР НА ДИГИТАЛНИ РЕСУРСИ ЗА НАСТАВАТА ПО МАТЕМАТИКА

Досега беа поставувани прашања од типот: дали постои една алатка или која би била таа алатка која овозможува креирање квалитетен ресурс? Досегашното искуство покажува дека наставниците најчесто се принудени да комбинираат две, три или повеќе дигитални алатки при креирањето на нови дигитални содржини за потребите за еден конкретен

час. Откако ќе се изготви еден квалитетен дигитален ресурс, како истиот да се комбинира со други дигитални, но и аналогни ресурси? Понатаму се поставува и прашањето како најбрзо и најефикасно да се врши изборот на конкретни готови дигитални ресурси за цели во наставата по математика. Токму затоа во продолжение се предложени 34 критериуми за избор на дигитални ресурси систематизирани во шест групи: основни аспекти, аспекти за безбедност и заштита на децата, технички аспекти, аспекти на дизајн, научни аспекти и дидактички аспекти (Табела 1).

Критериуми за избор на дигитални ресурси за наставата по математика	
Основни аспекти	
1	Дали ресурсот е во согласност со основните морални и етички вредности? (Дали ресурсот не претставува никаква опасност за децата, на пример, содржи упатства за опасно или недолично однесување)?
2	Дали ресурсот е наменет за учење или постои можност тој да се адаптира за учење?
3	Дали ресурсот е финансиски достапен (Дали односот цена и перформанси е соодветен? Дали може да дојде до додатни трошоци?)
Сигурност и заштита на децата	
4	Дали со ресурсот не се собираат лични податоци како име, презиме, дата или место на раѓање, место на живеење, е-меил адреса, телефонски број, итн.?
5	Дали ресурсот не предава собрани податоци на трети партии?
6	Дали на ресурсот не му се даваат права за пристап до фотографии, камера, микрофон, итн.?
7	Дали ресурсот не споделува снимени аудио или видео материјали од корисниците со трети лица?
8	Дали може одредени функции на ресурсот да бидат ограничени од страна на возрастна лице, на пример, родител/старател?
9	Дали користењето на ресурсот не е условено со отворање профил на некоја социјална мрежа?

10 Дали ресурсот содржи комерцијални елементи, на пр. реклами, спонзорства, поврзаност со системи за плаќање?

11 Доколку постојат комерцијални елементи вградени во ресурсот, дали тие се соодветни за возраста на целната група корисници?

Технички предуслови за избор

12 Дали постои соодветна техничка поддршка за примена на дигиталниот ресурс?

13 Дали дигиталниот ресурс може да се користи без интернет?

14 Дали користењето на дигиталниот ресурс е зависно од системот?

15 Дали ресурсот може да го користат повеќе корисници истовремено?

Дизајн

16 Дали ресурсот е со доволен естетски квалитет?

17 Дали ресурсот е едноставен за следење и навигација?

18 Дали јазикот и содржините се соодветни?

19 Дали содржините се соодветно структурирани од пониско кон повисоко ниво на тежина?

Научни аспекти

20 Дали математичките содржини се точни?

21 Дали содржините се научно засновани?

22 Дали содржините се поврзани со фундаменталните идеи во математиката?

23 Дали математичките операции се со доволна прецизност (до одредена децимала)?

24 Дали ресурсот има потенцијал за интердисциплинарност?

25 Дали ресурсот има потенцијал за мултидисциплинарност?

Дидактички аспекти

26 Дали ресурсот е соодветен за нивото на одделение/клас според дел од наставен план и програм (како што можеби е наведено во упатството)?

27 Дали ресурсот е лесно разбирлив/интуитивен за самостојна навигација од страна на учениците? (не е неопходна инструкција од страна на наставникот)

Комбинирање на дигитални и аналогни ресурси во наставата по математика

28	Може ли ресурсот да се поврзе со резултатите од учењето/целите за учење од наставната програма или со образовните стандарди?
29	Може ли ресурсот да се користи и во повисоки или пониски одделенија во смисла на спиралната наставна програма? (Дали е соодветно структурирана?)
30	Дали ресурсот се однесува на барем еден релевантен аспект, како на пример, учење нова содржина, повторување, примена, оценување, итн.?
31	Дали ресурсот овозможува диференцијација, односно пристап кон содржините со прилагодување врз основа на индивидуалните компетнеции на корисникот?
32	Дали ресурсот има вградени мотивирачки фактори?
33	Дали постои можност за промена од една во друга презентација на математичките поими (на пример: график, табела, дијаграм и сл.)?
34	Дали ресурсот е наменет за решавање задачи, моделирање или комуникација?
28	Може ли ресурсот да се поврзе со резултатите од учењето/целите за учење од наставната програма или со образовните стандарди?
29	Може ли ресурсот да се користи и во повисоки или пониски одделенија во смисла на спиралната наставна програма? (Дали е соодветно структурирана?)
30	Дали ресурсот се однесува на барем еден релевантен аспект, како на пример, учење нова содржина, повторување, примена, оценување, итн.?
31	Дали ресурсот овозможува диференцијација, односно пристап кон содржините со прилагодување врз основа на индивидуалните компетнеции на корисникот?
32	Дали ресурсот има вградени мотивирачки фактори?
33	Дали постои можност за промена од една во друга презентација на математичките поими (на пример: график, табела, дијаграм и сл.)?
34	Дали ресурсот е наменет за решавање задачи, моделирање или комуникација?

Табела 1. Критериуми за избор на дигитални ресурси.

Овие критериуми би можеле и да се прошират или пак да се специфицираат за одредени типови на дигитални ресурси. Така на пример, одредени критериуми за квалитет и избор на мобилни апликации на таблети или паметни телефони за геометрија за цели во наставата одделенска настава при исполнети предуслови за сигурност и безбедност на учениците се систематизирани во други слични шест групи и тоа: (1) математички содржини и усогласеност со наставната програма, (2) комуникација, колаборација и кооперација, (3) диференцијација, (4) Feedback и оценување, (5) поврзување и вмрежување и (6) логистичка поддршка (Donevska-Todorova, 2019, стр. 126) [7]. Овие шест кластери, како и самите поединечни критериуми понатаму се анализирани и споредувани со критериуми како инструментализација, ергономија, итн. произлезени од други проекти во различни држави како Германија и Франција и во Англо-Мексикански контекст за различни типови на дигитални ресурси како аудио-подкаст, динамични геометриски системи меѓу кои и GeoGebra и Excel Spreadsheets (Donevska-Todorova et al., 2021) [2]. Од оваа студија произлезени се насоки за операционализација и примена на ресурсите од страна на наставниците и учениците. Понатаму битно е да се спомене дека, критериумите прикажани во Табела 1 не треба да служат како чек листа, ниту пак служат за евалуација и рангирање на ресурсите, туку за насока како да се креираат нови или усовршуваат постојните кои при одредени услови и одредена група на ученици веќе се покажале како успешни. Исто така, треба да се има предвид дека сите критериуми не соодветствуваат подеднакво за различни типови на дигитални ресурси, туку секогаш треба да се прави нивна селекција. Притоа, од гледна точка на учениците, важно е тие да останат во фокусот на наставата и на секој ученик треба да му се дозволи избор на тип на ресурс со кој ќе работи на одредена тема.

Од претходната дискусија за критериумите за избор на дигитални ресурси можеме да сумираме неколку насоки за примена на критериумите (Табела 2).

Критериумите не	Критериумите се
<ul style="list-style-type: none"> • се чек листа • служат за евалуација и рангирање на ресурсите • се однесуваат подеднакво за сите типови на дигитални ресурси • смее да го стават вниманието на самиот ресурс туку на ученикот и учењето како приоритет • смее да го попречуваат изборот на ресурс од страна на ученикот 	<ul style="list-style-type: none"> • насоки за идни дизајни на нови и ре-дизајни на постоечки дигитални ресурси • за да служат како опис на одредени услови при кои тие веќе се покажале како успешни со одредени групи на ученици • избираат во зависност од типот на дигитални ресурси и секогаш кога е можно треба да се прави нивна селекција • за да укажат на тоа дека медиумите нудат различни можности за текстуално, визуелно и усно изразување и поттикнуваат активност на најразлични начини

Табела 2. Насоки за примена на критериумите за избор на дигитални ресурси за наставата по математика.

Откако беа утврдени критериуми за избор на дигитални ресурси за наставата по математика (Табела 1), како и насоки за нивна правилна примена (Табела 2), понатаму се предложени можни начини за комбинирање на дигиталните со аналогни ресурси.

4.4. НАЧИНИ НА КОМБИНИРАЊЕ НА ДИГИТАЛНИ И АНАЛОГНИ РЕСУРСИ ВО НАСТАВАТА ПО МАТЕМАТИКА

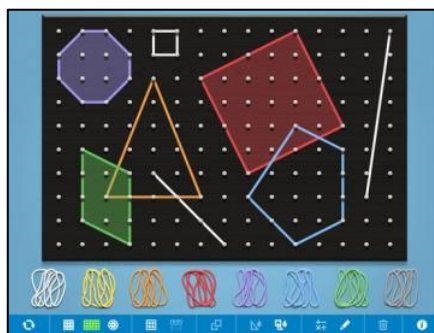
Различни медиуми нудат различни можности, на пример текстуално, визуелно или усно изразување и ја активираат ангажираноста на

учениците на различни начини. Затоа сите тие треба да се стават на располагање од страна на наставникот. Значи изборот треба да го прави ученикот во консултација со наставникот и родителот. Понатаму, на ученикот треба да му се овозможи и комбинирање на два или повеќе типови на ресурси секогаш кога тоа е можно. Еве како би можело да изгледа такво комбинирање преку еден конкретен пример на тема „Триаголник и видови триаголници“ со помош на дрвена (или пластична) гео-табла (Фигура 1. а), GeoBoard апликација [10] за таблет бесплатно достапна за Apple уреди (Фигура 1. б) и наставно ливче (Фигура 1. в).

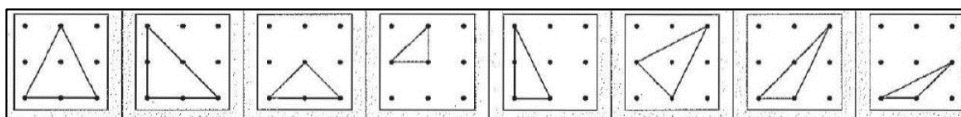
Задача 1. Колку меѓусебно неконгруентни триаголници може да се формираат на 3x3 гео-табла или GeoBoard апликација?



а)



б)

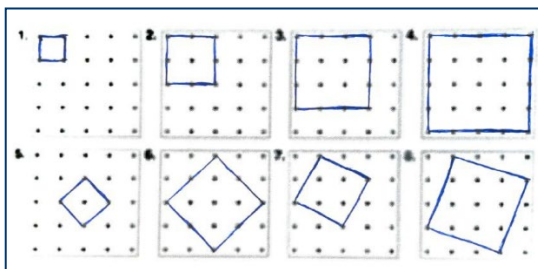


в)

Фигура 1: Комбинирање на аналогни (а и в) и дигитални ресурси (б) за задача 1 и нејзино решение (в)

Слична задача на горенаведената задача 1 може да се однесува на тема за квадрат како еден тип на четириаголник.

Задача 2: Колку меѓусебно неконгруентни квадрати (со различна должина на страната) може да се формираат на 5x5 гео-табла или GeoBoard апликација (Фигура 2)?



Фигура 2: Решение на задача 2 со аналогни и/или дигитални ресурси и/или нивно комбинирање

5. ДИСКУСИЈА И ЗАКЛУЧОЦИ

По појавата на пандемијата, сведоци сме дека сè поголем е бројот на наставници-ентузијастии кои доброволно креираат дигитални содржини, па дури и активно се вклучуваат во креирање на образовните политики. Веројатно е дека релативно новиот тренд на колаборативен и кооперативен пристап како во создавањето, така и во користењето и редизајнирањето на иновативни дигитални содржини и ресурси и е-учебници, кои ќе бидат лиценцирано-достапни за сите, ќе продолжи. Притоа, од погоре изнесеното може да резимирам дека квантитетот на дигиталните ресурси не значи нивен безусловен квалитет за наставата по математика. Тие треба да исполнуваат минимум критериуми за квалитет кои се однесуваат на прагматичност, но и на математички и дидактичко-методски аспекти како што е прикажано во Табела 1. Дигиталните ресурси треба да придонесат наставата да го има ученикот во фокусот, а не тој да се претвори во пасивен гледач на видеа. Тие треба да поттикнуваат зголемена активност на ученикот, љубопитност, интерактивност, комуникација и колаборативна работа на учениците. Исто така, тие треба да допринесат за мултимедијалност, значи да се комбинираат со други наставни помагала и традиционални алатки кои се карактеристични за наставата по математика, а не комплетно да ги заменат истите, како што беше објаснето и преку пример во делот 4.4. од овој труд. Конечно, дигиталните ресурси треба постојано да се разменуваат и совршуваат.

Веројатно е дека образованието на далечина (remote teaching and learning), комбинирана настава во и надвор од училишта (hybrid learning), превртена училишта (flipped classroom) не само што ќе продолжат да бидат атрактивни начини на образование, туку можно е и да се интензивираат по завршување на пандемијата. Тоа несомнено ќе изискува продлабочени и нови долготрајни истражувања. Таквите понатамошни научни истражувања на овие теми ќе бараат уште повеќе вклучување и зголемена соработка на математичари, дидактичари, педагози, психолози, информатичари, наставници, советници, како и претставници од приватен и невладин сектор во експертски тимови. Истовремено со нивната ангажирана заедничка работа во креирање дигитални ресурси треба да се размислува и за соодветни начини на проверка на знаењата на учениците.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] B. Barzel, H.-G. Weigand, *Medien vernetzen*, Mathematik lehren, 146 (2008), 4–10.
- [2] A. Donevska-Todorova, J. Trgalova, C. Schreiber, T. Rojano, *Quality of task-design in technology-enhanced resources for teaching and learning mathematics*. In A. Clark-Wilson, A. Donevska-Todorova, E. Faggiano, J. Trgalova, H.-G. Weigand (Eds.), *Mathematics Education in the Digital Age. Learning, Practice and Theory*, Routledge. Taylor & Francis Group, (2021), Chapter 3, 19 pages.
- [3] A. Donevska-Todorova, D. Lieban, *Connecting Digital and Physical Resources for Enriching Heuristic Strategies in Geometry Problem Solving. Theoretical Considerations and Empirical Findings*, *International Journal for Technology in Mathematics Education* (2021), прифатен за печатење.
- [4] A. Donevska-Todorova, D. Lieban, *Fostering Heuristic Strategies in Mathematical Problem Solving with Virtual and Tangible Manipulatives*, In A. Donevska-Todorova, F. Faggiano, J. Trgalova, Z. Lavicza, R. Weinhandl, A. Clark-Wilson, H.-G. Weigand (Eds.)

- Conference Proceedings of the Tenth ERME TOPIC CONFERENCE (ETC10) on Mathematics Education in the Digital Age (MEDA) (2020), 175-182, ⟨hal-02932218⟩.
- [5] A. Donevska-Todorova, D. Lieban, *Fostering Creativity through Design of Virtual and Tangible Manipulatives* In A. Donevska-Todorova, F. Faggiano, J. Trgalova, Z. Lavicza, R. Weinhandl, A. Clark-Wilson, H.-G. Weigand (Eds.) Conference Proceedings of the Tenth ERME TOPIC CONFERENCE (ETC10) on Mathematics Education in the Digital Age (MEDA) (2020), 347–348. ⟨hal-02932218⟩.
- [6] A. Донеvsка-Тодорова, А. Спасова, В. Илиеска, *Користење на дигитални алатки во наставата по математика пред и за време на кризата со пандемија*, Математички омнибус 10 (2021), 51 – 67. http://im-pmf.weebly.com/uploads/5/8/9/8/58988609/3_donevska-todorova_spasova_ilieska_2020-2021.pdf
- [7] A. Donevska-Todorova, *Towards a Theoretical Foundation for Quality Tablet App-Enriched Learning Environments in Primary School Mathematics Education*, International Journal for Technology in Mathematics Education, 26 (3) (2019), 121–129.
- [8] L. Trouche, G. Gueudet, B. Pepin (Eds.), *The 'Resource' Approach to Mathematics Education*. Springer Nature, 2019.
- [9] „DigitalPakt Schule“ 2019 – 2024
<https://www.digitalpaktschule.de/>
- [10] Geoboard, by The Math Learning Center
<https://apps.apple.com/de/app/geoboard-by-mlc/id1508606940>
- [11] *Едуино, национална веб-платформа за образование*
www.eduino.gov.mk
- [12] Kultusministerkonferenz (KMK). *KMK - Strategie Bildung in der digitalen Welt Strategie*, 2017.
- [13] „Стратешки план на Министерството за образование и наука 2021–2023“,
<https://mon.gov.mk/stored/document/Strateshki%20plan%202021-2023.pdf>

- [14] „Стратегија за образованието за 2018–2025 година и акциски план“ (МОН),
<https://mon.gov.mk/download/?f=strategija-za-obrazovanieto-2018-2025.docx>

¹ Гете Универзитет Франкфурт на Мајна,
e-mail: todorova@math.uni-frankfurt.de

Примен: 30.4.2021

Поправен: 19.5.2021

Одобен: 26.5.2021

Објавен на интернет: 25.6.2021